

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Современные технологии изготовления деталей в машиностроении»

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технология и оборудование для печной пайки твердосплавного режущего инструмента

Студент

И.С. Шереметов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.Л. Федоров

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент Н.В. Зубкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Цель выпускной квалификационной работы – повышение производительности и качества при производстве паяного режущего инструмента

Для достижения поставленной цели работы были решены следующие задачи: - выбран способ пайки взамен применяемого; для выбранного способа пайки подобраны технологические режимы, припой; разработан технологический процесс, основанный на предлагаемом способе пайки; проработана защита производственного персонала и окружающей среды от опасных и вредных факторов; обоснованы предложенные решения с точки зрения экономических расчетов.

Пояснительная записка содержит 58 стр., 12 рисунков, 13 таблиц.

Проанализированы условия эксплуатации изделия – составного режущего инструмента, особенности пайки пластин из металлокерамики к стальным державкам. Проанализирован применяемый технологический процесс пайки, выявлены недостатки применяемой технологии – высокая доля ручного труда. Разработана технология печной контейнерной пайки составного режущего инструмента. Осуществлен выбор оборудования и спроектирована необходимая оснастка. Для защиты персонала участка от вредных факторов при операциях пайки предложены соответствующие технические и организационные мероприятия. Определен размер экономического эффекта при внедрении предложенных технических решений в производственные условия.

Abstract

The purpose of the final qualification work is to increase productivity and quality in the production of brazed cutting tools

To achieve the goal of the work, the following tasks were solved: - the soldering method was chosen instead of the one used; technological modes and solder were selected for the selected soldering method; a technological process based on the proposed soldering method was developed; protection of production personnel and the environment from dangerous and harmful factors was worked out; the proposed solutions were justified from the point of view of economic calculations.

The explanatory note contains 50 pages, 12 figures, 13 tables.

The operating conditions of the product – a composite cutting tool, the features of soldering plates made of cermet to steel holders are analyzed. The applied technological process of soldering is analyzed, the disadvantages of the applied technology are revealed – a high proportion of manual labor. The technology of furnace container soldering of composite cutting tools has been developed. The selection of equipment was carried out and the necessary equipment was designed to protect the site personnel from harmful factors during soldering operations, appropriate technical and organizational measures were proposed. The size of the economic effect when implementing the proposed technical solutions in production conditions is determined.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных и известных технических решений	6
1.1 Описание изделия и условий его эксплуатации	6
1.2 Применяемая технология изготовления составного режущего инструмента	10
1.3 Задачи работы.....	14
2 Разработка технологического процесса	15
2.1 Обоснование способа нагрева взамен применяемого	15
2.2 Предлагаемая технология пайки	23
3 Безопасность и экологичность проектного технологического процесса	27
3.1 Технологическая характеристика объекта	27
3.2 Систематизация профессиональных рисков	28
3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	30
3.4 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке ..	32
3.5 Экологическая безопасность разработанного технического объекта ...	34
4 Расчет экономических параметров предлагаемой технологии	36
4.1 Вводная информация для расчета	36
4.2 Расчёт фонда времени работы оборудования	38
4.3 Расчёт штучного времени.....	39
4.4 Определение заводской себестоимости применяемого и предлагаемого вариантов.....	41
4.5 Определение капитальных затрат	46
4.6 Показатели экономической эффективности.....	49
Заключение	53
Список используемой литературы и используемых источников.....	54

Введение

В промышленности для получения неразъемных соединений широко применяют технологический процесс пайки. В отличие от получения неразъемных соединений технологией сварки при пайке не плавится основной материал.

Данное качество технологического процесса приобретает особые преимущества в связи с тем, что по мере развития и совершенствования техники постоянно ужесточаются условия работы механизмов и деталей разнообразных технических устройств. Например, для повышения производительности при резании увеличивают скорость резания и подачу. При этом увеличиваются нагрузки на инструмент и традиционные конструкционные материалы (инструментальные стали, быстрорежущие стали) не в силах удовлетворить требованиям прочности, теплопрочности и др. В таких случаях при обработке резанием применяют составной режущий инструмент. Для данного варианта режущего инструмента на державку из среднеуглеродистой стали тем или иным способом крепят пластину из металлокерамики, сплавы на основе карбида вольфрама, карбида титана или комбинация.

Базовый технологический процесс пайки такого инструмента предусматривает нагрев газовым пламенем, и обладает такими недостатками, как высокая трудоемкость, необходимость высокой квалификации рабочего, вредные условия труда. Поскольку процесс пайки режущего инструмента по базовой технологии происходит при непосредственном контроле рабочего, конечное качество продукции полностью зависит от добросовестности рабочего и его субъективных характеристик.

Цель настоящей работы – повышение производительности и качества при производстве паяного режущего инструмента.

1 Анализ исходных данных и известных технических решений

1.1 Описание изделия и условий его эксплуатации

Обработка резанием подразумевает удаление части материала и образование новой поверхности. Удаляемый материал превращается в стружку и образуются как по конфигурации, так и по физическим свойствам новые поверхности деталей. Для взаимодействия с обрабатываемой поверхностью применяют режущий инструмент. По определению режущий инструмент должен обладать большей твердостью, чем обрабатываемое изделие. Основным инструментом для снятия материала являются различные резцы. Физические и химические процессы на поверхностях обрабатываемого тела и резца весьма многообразны и сложны. Применяют достаточно большое количество материалов для изготовления режущего инструмента. Например, инструментальные стали. Выпускаются инструментальные стали согласно ГОСТ 1435-99. К разряду данных сталей относят марки У7; У8; У8Г; У9; и т.д. Общее требование – углерода в них должно быть более, чем 0,7%.

Быстрорежущие стали, Р6М5, Р6М5Ф2К8, Р9М4К8. Помимо высокого содержания углерода данные стали содержат такие легирующие компоненты как хром, вольфрам, молибден. Сталь Р6М5Ф2К8 содержит еще и кобальт в количестве 8%.

Однако в некоторых случаях даже указанные материалы не могут обеспечить должной степени производительности и обрабатывать некоторые материалы. Поэтому применяют составной режущий инструмент. На основе выполненное из достаточно прочной стали, паяют пластины из твердых сплавов. На предприятии используют сплавы ТТ20К9, Т15К6, Т30К4, Т5К10, ВК8, рисунок 1. В состав таких сплавов входит смесь зерен карбидов, нитридов, карбонитридов тугоплавких металлов. Все вместе соединено, как правило, кобальтовой связкой. Кобальт является обязательным компонентом в таких сплавах.



Рисунок 1 – Твердосплавные пластины.

Составной режущий инструмент требуется на предприятии небольшими партиями. Поэтому для его производства применяют достаточно дешевое оборудование для газопламенного нагрева. Это же оборудование может быть применено для сварки или местной термообработки, например. Таким образом, по мере необходимости происходит пайка нужного количества составного режущего инструмента, рисунок 2, с применением газопламенного нагрева.

На державку из среднеуглеродистой стали, например, 40X, напаивают пластину из металлокерамики, сплавы на основе карбида вольфрама, карбида титана и др.

Также на предприятии применяют составной режущий инструмент с механическим креплением пластин, рисунок 3. Однако крепление пластин пайкой обеспечивает получение большей нагрузки на резец в процессе эксплуатации. Второе преимущество – не нужно выполнять трудоемкую механическую обработку державки.



Рисунок 2 – Общий вид составного резца

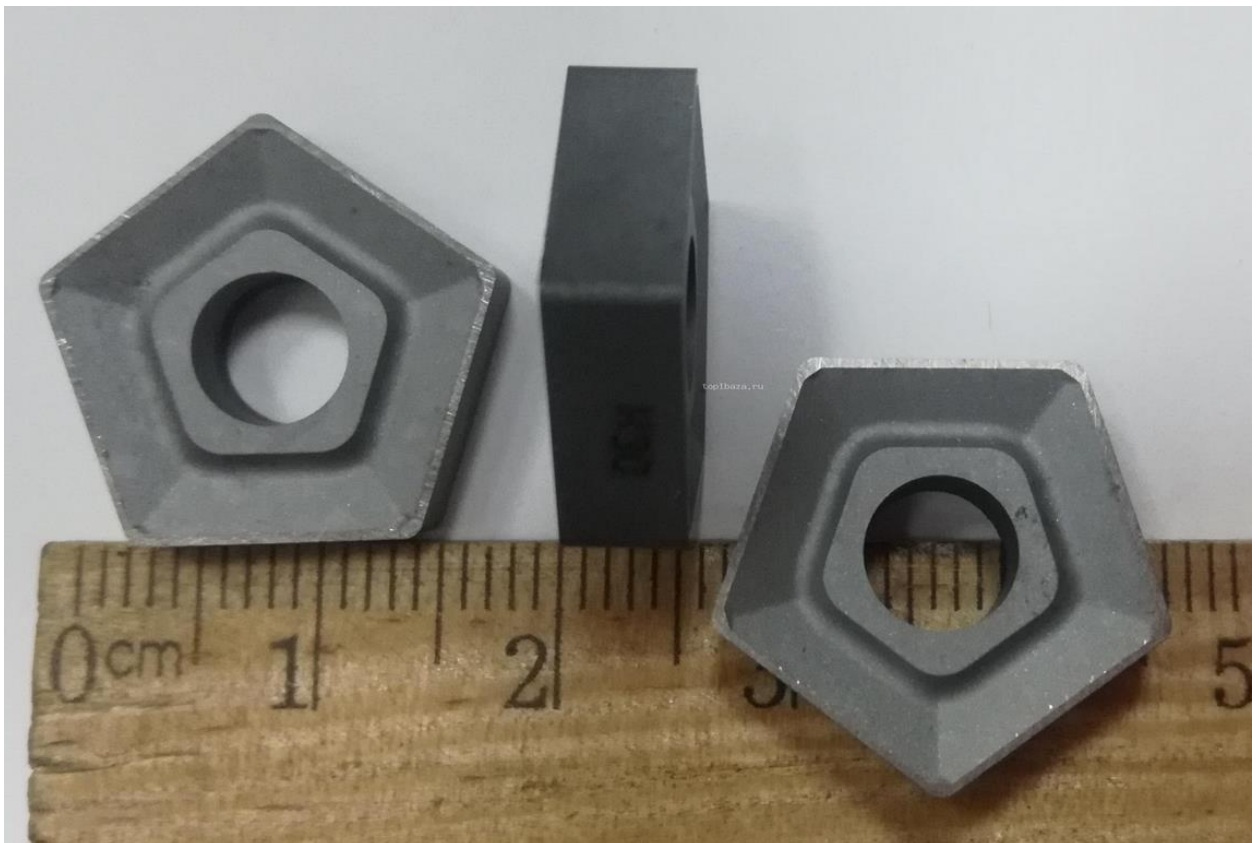


Рисунок 3 – Твердосплавные пластины для механического крепления.

Содержание химических элементов в стали 40Х отражено в таблице 1.
Механические характеристики стали отражены в таблице 2

Таблица 1 – Химический состав стали 40Х в процентах

Марка матери-ала	углерод	кремний	марганец	хром	медь	никель	фосфор	сера
	Не более							
	C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P	S
Сталь 40Х	0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	0,25	0,25	0,035	0,035

Таблица 2 – Механические свойства стали 40Х

Сталь	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	a_n , Дж/см ² при температуре	
40Х	МПа		%		-20	-60
	470	245	15	30	160	39

При этом спектр применяемых металлокерамических сплавов обширен. Это могут быть карбиды вольфрама, титана, тантала. Кроме того, в одном сплаве могут применяться карбиды различных типов, таблица 3.

Таблица 3 - Физико-механические свойства одно-, двух- и трехкарбидных твердых сплавов

Марка сплава	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	Коэффициент удельной теплоемкости Дж/(кг·К)	Коэффициент линейного расширения, $\times 10^6 \text{ K}^{-1}$	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при сжатии, МПа
ВК10	54-71	-	3,8-6,0	1470-1910	4040-4605
ВК15	67-69	175,9	4,7-6,0	1615-2155	3775-3820
ВК20	41-66	171,8	4,7-6,0	1860-2330	3330-3430
ВК25	37,7	-	3,8-6,7	1765-2255	2970-3235
T30K4	13-24	335,2	6,6-7,0	882-931	3230-3980
T15K6	13-38	251,4	5,6-6,0	1127-1180	4120-4210
T14K8	17-34	222,1	6,0-6,2	1130-1370	2940-4120
T5K10	21-63	209,5	5,5	1270-1370	4410-4500
T5K12	21	-	5,9	1620-1760	3140
ТТ8К6	-	-	-	1225	-
ТТ7К12	-	-	-	1372-1617	-
ТТ10К8В	-	-	-	1421	-
ТТ20К9	-	-	-	1274	-

1.2 Применяемая технология изготовления составного режущего инструмента

Первая операция - входной контроль заготовок, вспомогательных материалов. В качестве вспомогательных материалов применяем флюс – бура обезвоженная, рисунок 4.



Рисунок 4 – Бура обезвоженная

Припой – полосы латуни Л-63. Данная латунь содержит медь в количестве 63% и остальное цинк. Диаграмма системы медь – цинк на рисунке 5. Как следует из диаграммы состояния сплав состава 63% меди и 37% цинка при комнатной температуре содержит α и β фазу.

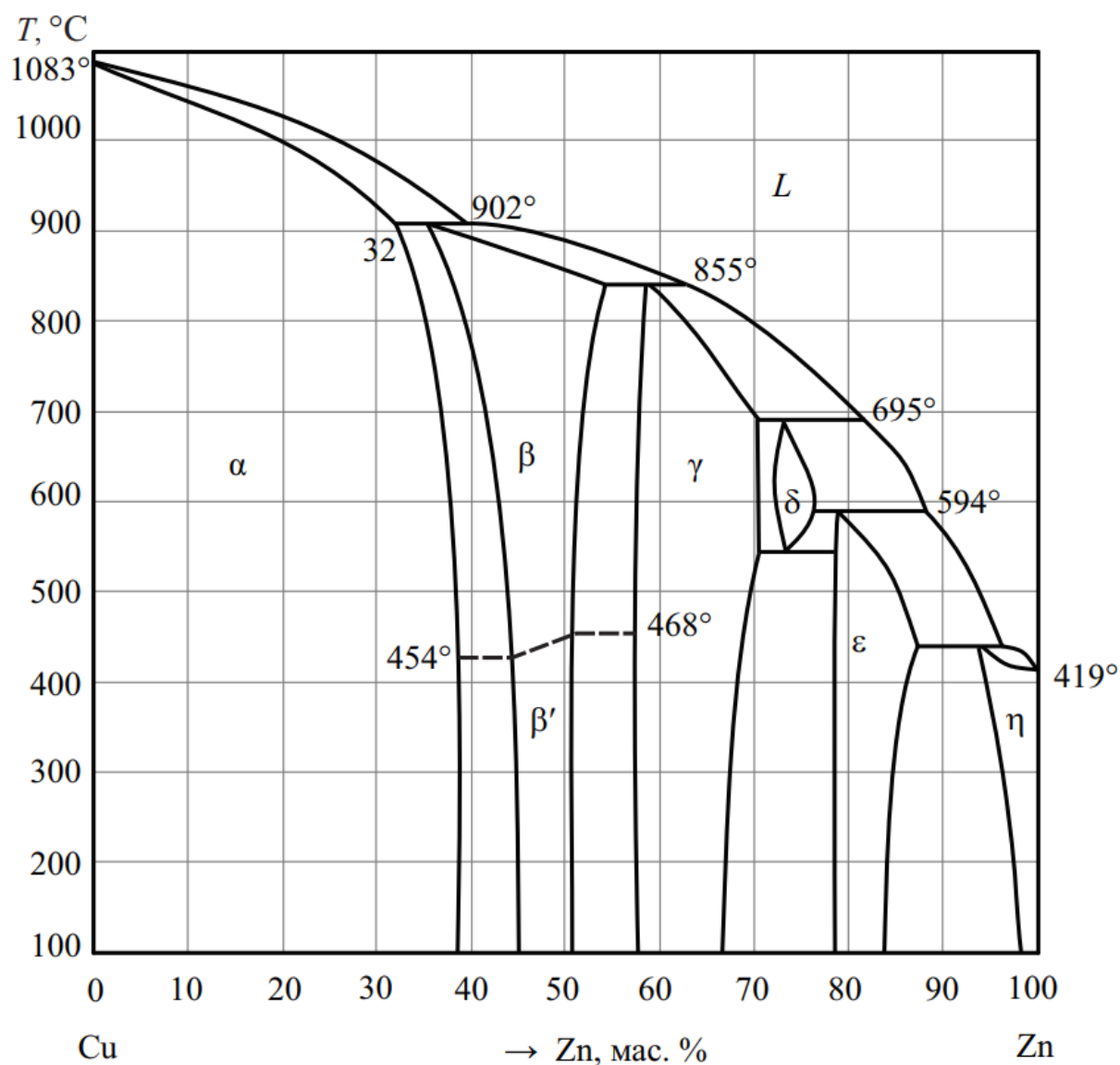


Рисунок 5 – Диаграмма состояния медь цинк.

Заготовки осматривают на соответствие требованиям чертежа. Проверяют, устанавливается ли твердосплавная пластина в выточенный для нее паз.

Затем выполняются подготовительные операции. Вырезается припой по форме паза.

Очистку паяемых поверхностей от загрязнений выполняем используя щелочной состав, препарат МЛ-51 или МЛ-52 в виде водного раствора при концентрации 10...30 г/литр и температуре 75...80°C

Моющий состав МЛ-51 содержит компоненты в следующем соотношении: тринатрий фосфат – 18 г/литр; сода кальцинированная – 10

г/литр; каустическая сода – 5 г/литр. Очистку производим в ванне. Продолжительность очистки 30...40 минут.

Поверхность режущей пластины из твердого сплава обезжириваем ацетоном.

Затем детали поступают на участок пайки. Производится контрольная сборка деталей, контролируется хорошо ли устанавливается металлокерамическая пластина в выточенный паз. Затем в паз наносится флюс.

Затем детали поступают на сборочный стол паяльщика. Производится сборка деталей, контролируется хорошо ли устанавливается металлокерамическая пластина в паз.

Паяльщик зажигает сварочную горелку. Производится разогрев участка, где установлена в паз пластина из металлокерамики, до температур 850-900°С. Затем наносят флюс – обезвоженная бура. После плавления флюса в зону пламени подают проволоку латуни и греют до начала плавления. Диаметр проволоки 2 мм. Латунь применяют Л-63. Производя необходимые манипуляции обеспечивают заполнение припоем зазора.

Убирают пламя, и следят за кристаллизацией припоя. После выполнения пайки проверяют готовое изделие. Паяный шов должна окружать равномерная галтель.

К положительным сторонам данного технологического процесса следует отнести простоту и дешевизну и простоту в плане устройства применяемого оборудования, рисунок 6. Оборудование включает в себя два баллона – один с кислородом, другой с ацетиленом, обязательным компонентом шланга по которому подается ацетилен является устройство для защиты от обратного удара. К баллону с кислородом присоединен редуктор ДКП-1-65. К баллону с ацетиленом присоединен редуктор ДАП 1-65.

Однако у данного технологического процесса есть и отрицательные стороны. В первую очередь это низкая производительность. Низкая

производительность обусловлена высокой долей ручного труда при получении паяных соединений. Паяльщик вручную манипулирует газовой горелкой. При этом параллельно с нагревом выполняет контроль затекания расплава припоя в зазор. Затем, в процессе охлаждения до температуры кристаллизации припоя контролирует требуемое положение твердосплавной пластины относительно державки.



Рисунок 6 - Оборудование для пайки нагревом газовым пламенем.

Есть ряд способов нагрева при которых некоторые из перечисленных технологических переходов автоматизированы. Например при контактном нагреве процесс охлаждения происходит при фиксированной в оснастке пластине. Технология пайки погружением предусматривает фиксацию пластины относительно державки.

1.3 Задачи работы

Проведенный анализ условий эксплуатации изделия, базового технологического процесса, показал, что для достижения цели бакалаврской работы необходима замена применяемой технологии получения паяных соединений твердого сплава со стальной державкой.

Из вышеизложенного следует, чтобы достичь сформулированной в разделе Введение цели необходимо решить следующие задачи:

- выбрать способ нагрева при пайке взамен применяемого;
- для выбранного способа нагрева подобрать технологические режимы, вспомогательные материалы;
- разработать технологический процесс, основанный на предлагаемом способе нагрева;
- проработать защиту производственного персонала и окружающей среды от опасных и вредных факторов;
- обосновать предложенные решения с точки зрения экономических расчетов.

2 Разработка технологического процесса

2.1 Обоснование способа нагрева взамен применяемого

Для получения паяного соединения следует нагреть припой до температуры плавления $+30\dots 50^{\circ}\text{C}$.

Поскольку температура плавления применяемого припоя, латунь Л63, находится в диапазоне 902°C . Поэтому перечень оборудования обеспечивающего нагрев во всем указанном диапазоне достаточно обширен. Кроме того, к оборудованию для нагрева припоев предъявляют дополнительные требования. В зависимости от вида производства – массовое, крупносерийное, единичное. Кроме того, некоторые паяемые материалы не выдерживают нагрев в условиях открытого воздуха.

Составной режущий инструмент требуется на предприятии небольшими партиями. Поэтому для его производства применяют достаточно дешевое оборудование для газопламенного нагрева. Это же оборудование может быть применено для сварки или местной термообработки, например. Таким образом, по мере необходимости происходит пайка нужного количества составного режущего инструмента с применением газопламенного нагрева.

Если рассмотреть приведенную в книге Лашко классификацию способов нагрева, то в общей сложности можно насчитать 23 варианта оборудования, рисунок 7 [21].

Для нагрева деталей без доступа воздуха можно применить расплав солей или припоя. Нагрев обеспечивается путем теплообмена между деталью и жидкой средой. Указанный способ характеризуется высокими скоростями нагрева. Покрытая солью или припоем деталь не окисляется при охлаждении на воздухе. К преимуществам способа следует отнести высокую точность поддержания температуры соли или припоя, общий нагрев обеспечивает минимум тепловых деформаций.

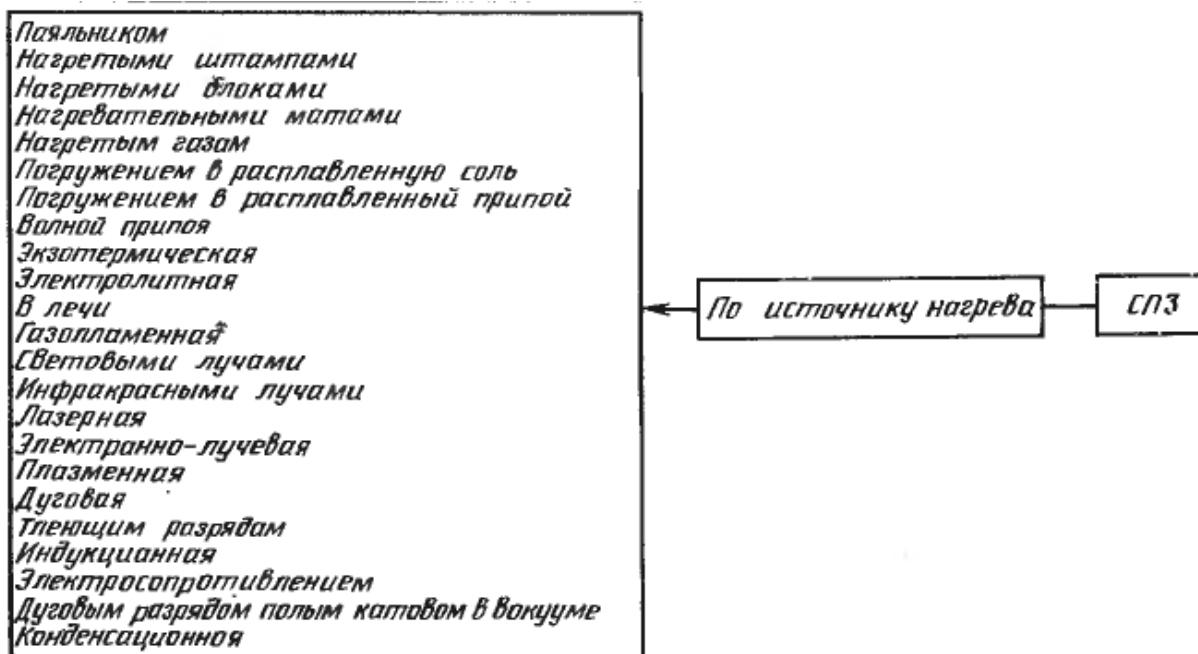


Рисунок 7 – Классификация по способам нагрева

Однако данному способу присущи такие недостатки как:

- значительный расход энергии;
- теплоизлучение и испарения компонентов расплавов создает неудобства у персонала обслуживающего ванну;
- после пайки необходимо удалять наплывы припоя и соль;
- требуется такая конструкция изделия, чтобы был обеспечен доступ припою ко всем швам;
- могут быть повреждены покрытия поверхности паяемых деталей
- необходимость закрепления припоя при пайке в соляных ваннах.

Используют при пайке смесь соли состава 20—30 % NaCl и 80—70 % BaCl.

Рассмотрим в качестве одного из вариантов пайку электросопротивлением. Схема процесса показана на рисунке 8. Нагрев изделий при осуществлении данного способа реализуют пропуская через изделие электрический ток. Здесь следует быть внимательным при выборе величины тока. При высоких значениях тока может оплавиться изделие. При низких увеличивается время процесса, снижается производительность.

Указанный способ может быть реализован как при прохождении тока

параллельно паяемому зазору, так и перпендикулярно к нему. Если ток проходит параллельно зазору обеспечиваются стабильные условия пайки. Этот технологический вариант допускает использование тока малого напряжения (2,4—10 В). Если ток проходит поперек перпендикулярно зазору, нагрев неравномерный и труднорегулируемый.

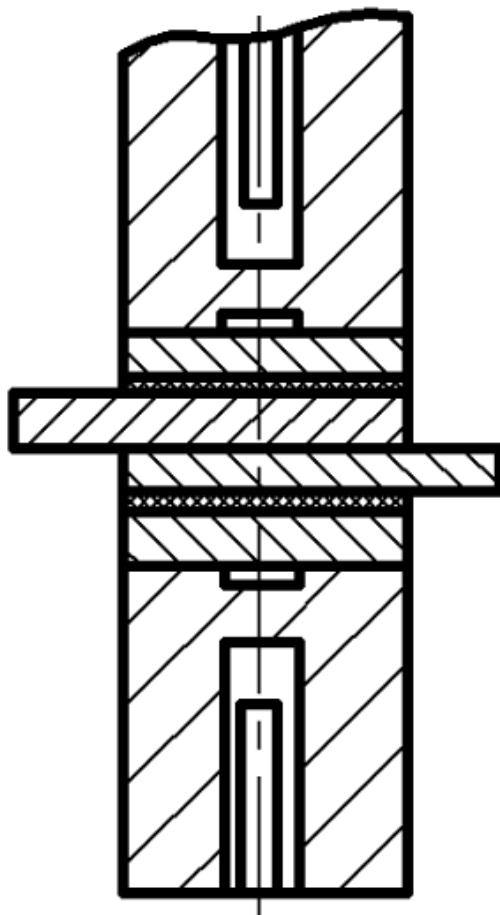


Рисунок 8 – Схема процесса электроконтактной пайки.

«Возможна пайка на электроконтактных сварочных машинах после предварительного прессования места пайки. Затем через место пайки пропускается ток, и происходит локальный нагрев и пайка. Этот способ нашел применение при соединении деталей больших сечений внахлестку и необходимости быстрого нагрева места пайки» [22].

«Солевые флюсы, применяемые при пайке тугоплавкими припоями, являются в твердом виде диэлектриками. Поэтому при пайке, если ток протекает перпендикулярно к плоскости спая, флюс наносят в виде водного

или спиртового раствора, проводящего ток. Раствор флюса нужно наносить непосредственно перед пайкой, чтобы растворитель не успел испариться до начала прохождения тока» [22].

«При пайке между медными электродами электроконтактных сварочных машин соединяемые детали не должны сильно отличаться по своим теплофизическим свойствам, иначе место нагрева при прохождении тока может переместиться из места контакта в одну из них или в электрод. Подобные затруднения возникают и при различной толщине паяемых деталей и пайке конструктивно сложных изделий, таких, например, как провода в штепсельные разъемы, кольца роторов, статорной обмотки и т. д.» [22].

Возможен вариант индукционного нагрева. Мощность установки индукционного нагрева может достигать 50 кВт. Установка в двухкорпусном исполнении. Отдельно генератор отдельно трансформатор. Для работы ей требуется напряжение 380 В. Для нагрева под пайку резцов разной конфигурации применяется различная форма индукторов. Индукторы выполняют из медных трубок. Охлаждаются индукторы водой.

Поступившие на участок пайки державки и твердосплавные пластины подвергаются контрольной сборке проверяется хорошо ли устанавливается твердосплавная пластина в паз на державке. Затем в паз наносится флюс, державка вводится в индуктор. нагревается участок, где нанесен флюс до температуры плавления флюса. Устанавливается в паз на державке пластина припоя, латунь Л-63. На пластину наносится дополнительное количество флюса. Устанавливается в паз твердосплавная пластина. Собранный резец повторно вводится в индуктор и выполняется нагрев до температуры плавления латуни. Частота установлена 25 кГц. Мощность установлена 30 кВт. Время нагрева оператор определяет по моменту расплавления припоя и формированию галтели.

«Нагрев в печах при пайке металлов и сплавов известен давно, но только с применением в промышленности электрических печей этот способ

получил особенно широкое распространение. При пайке в электропечах нагрев поддается контролю и регулировке и может быть легко механизирован. Высокотемпературная пайка в печах — наиболее производительный процесс из всех известных способов пайки по нагреву и пригодна как для простых, так и конструктивно сложных изделий» [22].

Без флюса возможна пайка конструктивно более сложных изделий и с большей размерной точностью.

Пайка в печах подразумевает фиксацию паяемых деталей, тем или иным способом. Требуется при этом оснастка, изготовленная из материала при температуре пайки не теряющего прочности. Коэффициент линейного расширения деталей оснастки должен совпадать с материалом паяемой конструкции. Переместить паяемое изделие в печь и из печи возможно с применением специализированных приспособлений.

Для условий серийного и массового производства применяют конвейерные печи непрерывного действия. Для них защитный или активный газ готовится отдельно, рисунок 9.



Рисунок 9 – Конвейерная печь

Бесфлюсовая пайка возможна как в специальных печах, так и в

герметичных стальных контейнерах, нагреваемых в обычных воздушных шахтных или камерных печах, рисунок 10. В контейнере создается требуемый вакуум или в него подаются преимущественно проточные активные или инертные газовые среды.



Рисунок 10 – Печь сопротивления нагревательная с окислительной атмосферой.

В контейнер может быть подан газ извне, возможен вариант когда защитная атмосфера появляется внутри контейнера при нагреве за счет взаимодействия кислорода воздуха с различного рода материалами, помещаемыми в контейнер. В данном случае контейнер конструктивно выполнен проще. Возможен вариант нагрева в вакууме (безвоздушной среде), однако при этом нет конвективного теплообмена. Время нагрева увеличивается, неравномерность нагрева тоже. Это приводит в некоторых случаях к короблению паяемых изделий. Также происходит увеличение

продолжительности охлаждения детали. Для увеличения скорости охлаждения в некоторых случаях в объем печи напускают инертный газ.

При контактнотвердогазовой пайке припой получают в результате взаимодействия с парами легкоиспаряемых элементов, с ними образуют эвтектики или твердые растворы с минимальной температурой плавления [7]. Важное преимущество контактнотвердогазовой пайки - возможность применения в качестве исходной заготовки порошка металла или смеси порошков компонентов, в том числе в виде паст или прессованной заготовки по форме изделия. Это позволяет снизить трудоемкость при нанесении припоя на сложные изделия и снизить стоимость изготовления припоя [10,18].

При пайке с участием паровой фазы можно выделить следующие взаимосвязанные стадии, определяющие кинетику процессов: испарение с жидкой или твердой поверхности чистого металла или сплава, перенос паровой фазы к твердой или жидкой поверхности взаимодействия, физико-химические реакции на поверхности раздела фаз и отвод продуктов взаимодействия от межфазной границы. Суммарная скорость процесса определяется скоростью наиболее медленной стадии [15].

Фазовые переходы твердых тел и жидкостей в газообразное состояние, их термодинамика и кинетика изучены достаточно подробно [17]. Одной из основных характеристик таких переходов является равновесное давление пара. Теория и экспериментальные данные показывают, что скорость испарения не может превышать некоторой величины, пропорциональной равновесному давлению пара.

Данные по давлению насыщенных паров большинства химических веществ при различных температурах приведены в ряде работ [14].

Скорость испарения связана с давлением насыщенного пара уравнением Герца-Кнудсена. Ленгмюр показал справедливость уравнения Герца-Кнудсена для свободного испарения в вакуум. Эти уравнения характеризуют максимальную расчетную скорость, для достижения которой общее

давление остаточного газа над поверхностью испарения должно быть равно нулю. Установлено [17], что на скорость испарения влияют давление и состав остаточных газов в объёме испарения. Авторы связывают это влияние с образованием на поверхности продуктов взаимодействия (оксидов, твёрдых растворов углерода, химических соединений и т.д.) остаточных газов с испаряющимся металлом.

Для практического применения уравнения Герца-Кнудсена необходимо знание экспериментально определяемых коэффициента испарения и переменной величины парциального давления пара в парогазовой смеси. Однако, обе эти величины определяются условиями отвода испарившихся атомов от поверхности испарения.

Основываясь на данных о влиянии давления насыщенного пара на скорость испарения разработан ряд способов, позволяющих влиять на испарение активного металла: нагрев испарителя до более высокой температуры, чем паяемые детали; размещение испарителя и паяемых заготовок внутри негерметичной камеры с малым отверстием для откачки газов; прекращение откачки после достижения температуры, при которой давление насыщенных паров легкоиспаряющегося элемента становится равным давлению остаточных газов; проведение пайки при повышенном давлении неокисляющего газа; введение неокисляющего газа в атмосферу пайки на определённом этапе нагрева с последующей откачкой; проведение предварительного нагрева.

На основании этого можно предложить пайку в контейнере с применением паровой фазы цинка для предотвращения испарения цинка из латуни, так как процессы испарения и переноса изучены хорошо. Значит мы сможем определить режимы пайки.

2.2 Предлагаемая технология пайки

Технологический процесс изготовления режущего инструмента включает в себя следующие основные операции:

- механическая обработка;
- подготовка к пайке;
- загрузка паяемых изделий в контейнер;
- нагрев и выдержка;
- охлаждение;
- контроль.

Первый этап технологического процесса механическая обработка державки под твердосплавную пластину. Для получения более прочного соединения и облегчения сборки под пайку вытачивается на фрезерном станке паз под твердосплавную пластину.

Для подготовки паяемой поверхности к пайке достаточно проводить обезжиривание щелочными растворами или органическими растворителями. Поверхность режущей пластины из твердого сплава рекомендуется обрабатывать пескоструйной обработкой. Поверхность державки обезжиривается путем протирания ветошью, смоченной растворителем органическим или изделие опускают в ванну с щелочным растворителем. Затем на паяемую поверхность укладываем припой, фольгу латуни Л63. Толщина фольги берется 0,2 мм. Затем на фольгу в соответствии с чертежом, укладываем пластинки твердого сплава. По периметру, чтобы пластинки не сваливались, их фиксируем скобками из фольги из нержавеющей стали.

«Подготовленные к пайке изделия укладываем в контейнер, туда же засыпаем карбюризатор, который обеспечит нам атмосферу защитную, и не будет сильного окисления, укладываем цинк, который будет испаряться и не даст испаряться цинку из припоя. Кроме того, цинк совместно с карбюризатором будет связывать кислород воздуха, обеспечивая защитную атмосферу. Затем закрываем контейнер крышкой. По периметру затвора

засыпаем смесь песка и карбюризатора в соотношении 50%/50%» [25].

«Следующий этап – нагрев изделия. Контейнер загружаем в электропечь, предварительно разогретую до температуры 1000^oC. Это необходимо для быстрого прогрева паяемых изделий. Затем производим нагрев до температуры на изделии 950^oC. При этой температуре латунь расплавится и начнет затекать в зазоры. По достижении температуры на изделии 950^oC делаем выдержку 10 минут, чтоб припой хорошо растекся и выключаем нагреватели печи. Охлаждаем изделие в печи до температуры окончания кристаллизации припоя. Это будет 850^oC. Затем извлекаем контейнер из печи, охлаждаем уже на открытом воздухе до температуры 50-70^oC и открываем крышку» [25].

Контроль запаянного изделия проводим визуально. Непропаи, трещины твердосплавных пластин не допускаются.

Процессы пайки сопровождайте переносом энергии в форме теплоты. При этом происходит обмен внутренней энергией между отдельными элементами, а также между областями окружающей среды.

В результате проведенного анализа печей с окислительной атмосферой останавливаем выбор на электропечи СНО-5.5.10/10. Размер рабочего пространства 500x500x1000 мм. Рабочая температура печи составляет 1000^oC. Это нам подходит.

Электрооборудование печи состоит трансформатор ТПО-40/20/40ПК, регулятор напряжения РНТО-250-330. В шкафу управления установлены приборы термоконтроля и автоматики, системы блокировки и сигнализации. Регулирование температуры производится автоматически двумя способами: с помощью программатора ПРУ, электронного потенциометра КСП1 и регулятора РУ. Готовые резцы после обработки на пескоструйной установке показаны на фотографии, рисунок 11.



Рисунок 11 – Готовый паяный инструмент

Для загрузки контейнера в печь разработана тележка, рисунок 12. Позволяющая производить укладку паяемого изделия в контейнер, а также вспомогательного материала (цинк, карбюризатор). И, затем, без перекосов загружать контейнер в печь и извлекать контейнер из печи после пайки. За счет параллелограммных рычагов 4 обеспечивается отсутствие перекосов при загрузке-выгрузке контейнера.

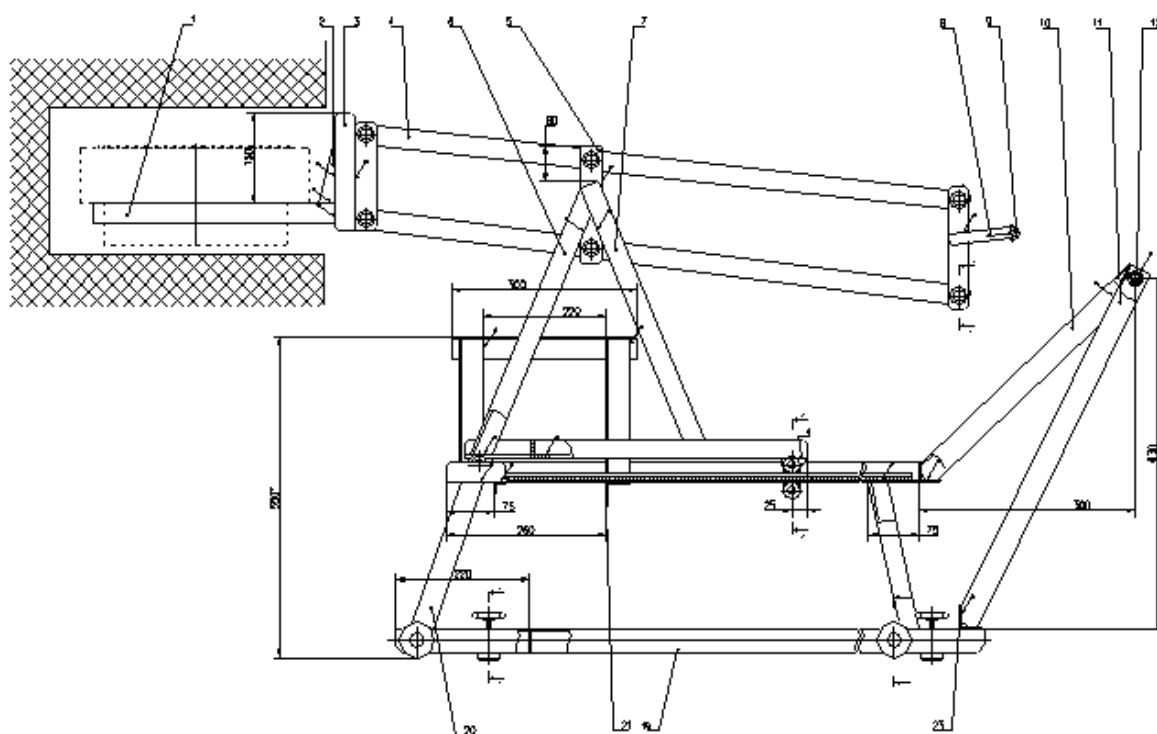


Рисунок 12 - Общий вид тележки для загрузки-выгрузки контейнера

3 Безопасность и экологичность проектного технологического процесса

3.1 Технологическая характеристика объекта

Любым производственным процессам сопутствуют опасные и вредные производственные факторы. Задача раздела безопасность и экологичность бакалаврской работы опасные и вредные производственные факторы выявить и нейтрализовать.

Для изготовления рассматриваемого изделия применяется в настоящее время на предприятии вариант технологии сварки основанный на дуговой сварке штучными электродами. Предложен вариант дуговой сварки в газовой смеси. Он обладает следующими преимуществами. Производительность выше за счет того, что нет необходимости прерывать цикл сварки для замены израсходованного электрода. Кроме того, при сварке электрический ток идет не по всей длине присадочного стержня а по т.н. вылету. Это позволяет значительно увеличить силу сварочного тока.

Предлагаемая к внедрению на предприятии технология сборки и сварки состоит из таких операций как: операции, контроля заготовок и сварочных материалов, принимает участие в данной технологической операции дефектоскопист; подготовка заготовок к сварке, занимается данной технологической операцией слесарь-сборщик; соединение деталей при помощи прихваток, выполняемых посредством механизированной сварки, выполняет данные технологические манипуляции электросварщик; выполнение посредством механизированной сварных соединений, задействован при выполнении данных технологические манипуляции электросварщик; завершающая операция – контроль, задействован в ней дефектоскопист.

Таблица 3 - Технологический паспорт технического объекта

Наименование операции предлагаемого технологического варианта	Должность исполнителя	Оборудование необходимое для реализации предлагаемого технологического варианта	Вспомогательные материалы и вещества необходимые для предлагаемого технологического варианта
1) контроль заготовок и сварочных материалов	Дефектоскопист	Измерительный инструмент.	Рукавицы
2) подготовка заготовок к сварке	Слесарь-сборщик	Щетка металлическая, ветошь.	Рукавицы, ацетон
3) соединение деталей при помощи прихваток	Электросварщик	Сварочный аппарат для механизированной сварки	Рукавицы, сварочная проволока, защитный газ,
4) выполнение сварных соединений	Электросварщик	Сварочный аппарат для механизированной сварки	Рукавицы, сварочная проволока, защитный газ,
5) операция проверки качества готового узла	Дефектоскопист	набор визуально-измерительного контроля	Рукавицы, вода техническая

3.2 Систематизация профессиональных рисков

Рассмотрение операций технологического процесса в направлении поиска опасных и вредных факторов позволит систематизировать факторы для дальнейшего анализа, таблица 4. Травмы на производстве и профессиональные заболевания появляются по причине действия на организм работников опасных и вредных факторов. Если после непродолжительного действия появляются повреждения организма, это травма. Для появления профессионального заболевания требуется действие вредного фактора в течение продолжительного времени, месяцы, годы. В любом случае после систематизации профессиональных рисков потребуются разработка перечня мероприятий, технических и организационных, по нейтрализации воздействия рисков на человеческий организм [24].

Таблица 4 – Систематизация профессиональных рисков

Наименование операции	Выявленный опасный или вредный фактор, угрожающий жизни и здоровью производственного персонала	Производственные объекты, являющиеся источником опасного или вредного фактора
1	2	3
1) контроль заготовок и сварочных материалов	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - инструменты
2) подготовка заготовок к сварке	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека 	<ul style="list-style-type: none"> - ножницы гильотинные; - аппарат плазменной резки
3) соединение деталей при помощи прихваток	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; - подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения; 	<ul style="list-style-type: none"> - оснастка сборочная универсальная; - струбицы; - угольник; - линейка; - сварочный аппарат EWM PHOENIX 351 - зачистная машинка; - сварочная дуга;

Продолжение таблицы 4

1	2	3
4) выполнение сварных соединений	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; 	<ul style="list-style-type: none"> - сварочный аппарат EWM PHOENIX 351; - сварочная дуга; - сварочный аэрозоль; - нагретые края изделия

	<ul style="list-style-type: none"> - опасные и вредные производственные факторы, связанные с высокой температурой производственных объектов способных вызвать ожоги - инфракрасное излучение; - ультрафиолетовое излучение 	
5) операция проверки качества готового узла	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека 	

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Для уменьшения воздействия на организм работающих на производстве опасных и вредных факторов применяется комплекс организационных и технических мероприятий.

В первую очередь следует по приему на работу и периодически разъяснять причины возникновения опасных и вредных факторов и методы борьбы с ними. Кроме того, различного рода плакаты, вывешенные на видных местах напоминают работникам каждый день о борьбе с опасными и вредными факторами и причинах их возникновения. Все это организационные мероприятия. К техническим мероприятиям следует отнести различного рода барьеры, устанавливаемые вокруг опасного места, предохранительные устройства, срабатывающие при пересечении работником опасного места. Также для нейтрализации могут быть применены индивидуальные средства защиты, к которым относятся специальная одежда, выполненная для нейтрализации опасного или вредного фактора, различного рода маски, перчатки, специальная обувь, средства индивидуальной защиты.

Таблица 5 – Используемые с целью снижения влияния отрицательных производственных условий средства и методики

Выявленный опасный или вредный фактор, угрожающий жизни и здоровью производственного персонала	Организационные и технические средства нейтрализующие выявленные опасные и вредные факторы.	Средства нейтрализующие опасный или вредный фактор при размещении непосредственно на работнике.
1	2	3
1) острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.	1) на видных местах вывешиваются плакаты и информационные стенды по правилам поведения в той или иной ситуации; 2) вводные и периодические инструктажи по технике безопасности	Спецодежда, перчатки.
2) движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;	1) ограждения и барьеры; 2) размещение в отведённых местах информационных плакатов и табличек 3) установка предохранительных устройств	Спецодежда, перчатки
3) повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;	1) местные вытяжные устройства; 2) устройства общеобменной вентиляции; 3) организация общецеховой системы вентиляции, обеспечивающей, в целом, удаление и поступление воздуха извне	Защитные маски
4) повышенное значение напряжения в электрической цепи.	1) организация защитного заземления; 2) периодические инструктажи по технике электробезопасности; 3) измерения сопротивления изоляции проводников; 4) измерения сопротивления заземляющей цепи	Спецодежда, перчатки
5) повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	1) проведение с персоналом инструктажа по технике безопасности; 2) удаление производственного персонала из места действия данного опасного фактора за счет механизации и автоматизации процесса	Спецодежда, перчатки
6) инфракрасное излучение	1) экранирование опасной зоны; 2) ограждения и барьеры препятствующие проникновению персонала в опасную зону; 3) уменьшение времени воздействия негативного фактора на оператора	Спецодежда.
7) ультрафиолетовое излучение	1) экранирование опасной зоны; 2) ограждения и барьеры препятствующие проникновению персонала в опасную зону 3) уменьшение времени воздействия негативного фактора на оператора	Спецодежда.
8) ультразвуковое излучение	1) на видных местах вывешиваются плакаты и информационные стенды; 2) уменьшение времени воздействия негативного фактора на оператора 3) ограждения и барьеры препятствующие проникновению персонала в опасную зону.	-

3.4 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке

По определению пожар – это неконтролируемый процесс горения. Причиной пожара может быть нарушение технологического регламента, неисправность производственного оборудования, несоблюдение сотрудниками правил пожарной безопасности. Соответственно и мероприятия по обеспечению пожарной безопасности направлены на борьбу с перечисленными причинами. Если рассматривать производственный участок изготовления рассматриваемого изделия то возможный пожар можно классифицировать как «Е» - горение веществ и материалов под напряжением. Для того, чтобы разработать предложения по предотвращению пожара необходимо проанализировать его опасные факторы, таблица 6. На основании выполненного анализа, мы можем разработать перечень технических и организационных мероприятий, нейтрализующих причины возникновения пожара, таблица 7.

Таблица 6 – Распознавание классов и опасных условий пожара

Участок	Установлено на участке оборудование	«Классификация по виду горящего вещества» [23]	«Наименование основных опасных факторов пожара» [23]	Наименование вторичных опасных факторов пожара
---------	-------------------------------------	--	--	--

Участок, на котором осуществляется сборка и сварка рассматриваемого изделия	Сварочный аппарат EWM PHOENIX 351, горелка ABITIG 200 GRIP 4м BIS-75 GZ-2 машинка шлифовальная	Пожары, которые происходят за счет воспламенения и горения веществ и материалов на электроустановках, запитанных электрическим напряжением (Е) [23]	«Резкое повышение температуры на участке и вокруг него; выделение при горении токсичных продуктов и угарного газа; выделение аэрозолей, снижающих видимость на участке и вокруг него» [23].	«Короткие замыкания на оборудовании, запитанном высоким электрическим напряжением; действие на людей, находящихся в районе возгорания продуктов разложения составов, используемых для пожаротушения» [23].
---	--	---	---	--

Таблица 7 – Перечень мер по обеспечению пожарной безопасности

Емкость с песком, переносные углекислотные огнетушители.	Средства, применяемые в начале возгорания
Специализированные расчеты (вызываются)	Мобильные средства пожаротушения
Нет необходимости для применения на производственном участке	Стационарные установки системы пожаротушения
Нет необходимости для применения на производственном участке	Средства пожарной автоматики
Пожарный кран	Пожарное оборудование
План эвакуации	Средства, обеспечивающие эвакуацию персонала
Ведро конусное, лом, лопата штыковая	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)
Кнопка оповещения, телефон в помещении начальника участка	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.

Для обеспечения защиты участка на высоком уровне также необходимы мероприятия организационного характера, их краткий перечень отражен в таблице 8.

Таблица 8 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности производственного участка

Наименование участка	Перечень мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
«Участок для сборки и сварки топливных баков из нержавеющей стали (механизированная по методу TIG)» [23]	«Инструктаж сотрудников производственного участка правилам предупреждения возгораний и действиям в случае возгорания, деловые игры с сотрудниками по тематике борьбы с пожарами» [23].	«На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр» [23].

3.5 Экологическая безопасность разработанного технического объекта

Опасные и вредные факторы сварочного участка помимо действия на производственный персонал оказывают негативное действие на окружающую среду.

Таблица 9 – Систематизация факторов негативно влияющих на окружающую среду

Наименование технологического процесса	Перечень операций, технологического процесса	Факторы, негативно влияющие на атмосферу	Факторы, негативно влияющие на гидросферу	Факторы, негативно влияющие на литосферу
Механизированная сварка по методу MIG.	«контроль заготовок и сварочных материалов, подготовка заготовок к сварке, сборка, операция прихватки, операция сварки стыка, контрольные операции» [23]	«Выделяемые в процессе горения пламени аэрозоли, частицы сажи и газообразные частицы» [14]	«Химикаты, используемые в процессе проявления рентгеновской пленки» [14].	«Упаковочный материал от присадочных материалов, мусор – бытовой и производственный» [14].

Таблица 10 – Борьба с факторами негативно влияющими на окружающую среду

Наименование мер борьбы	Сварка
Борьба с факторами негативно влияющими на атмосферу.	«Оснащение вентиляционной системы фильтрами, позволяющими выполнить сбор и утилизацию выделяющихся при горении дуги вредных продуктов» [6].
Борьба с факторами негативно влияющими на гидросферу	Контроль утечек воды технической при проведении контроля герметичности.
Борьба с факторами негативно влияющими на литосферу	«Установка на участке сварки соответствующих емкостей для сбора отходов производственного цикла и при проведении повторных инструктажей подробное разъяснение необходимости складирования отходов производственного цикла в установленные емкости» [6].

В рамках решения 3 задачи бакалаврской работы выявлены факторы, оказывающее негативное влияние на производственный персонал и окружающую среду. Для успешной борьбы с выявленными факторами предложены уже применяющиеся методики, включающие в себя организационные и технические мероприятия. К числу организационных следует отнести периодические разъяснения причины возникновения опасных и вредных факторов и методы борьбы с ними, во время проведения вводных и ежеквартальных инструктажей. Кроме того, различного рода плакаты, вывешенные на видных местах напоминают работникам каждый день о борьбе с опасными и вредными факторами и причинах их возникновения. К числу технических мероприятий следует отнести различного рода барьеры, устанавливаемые вокруг опасного места, предохранительные устройства, срабатывающие при пересечении работником опасного места. Также для нейтрализации факторов, оказывающих негативное влияние, могут быть применены индивидуальные средства защиты, к которым относится специальная одежда, выполненная для нейтрализации опасного или вредного фактора, различного рода маски, перчатки, специальную обувь.

4 Расчет экономических параметров предлагаемой технологии

4.1 Вводная информация для расчета

Для решения четвертой задачи бакалаврской работы необходимо рассчитать экономические параметры разработанной технологии пайки. На основании анализа передовых достижений науки и возможных вариантов пайки рассматриваемого изделия предложен способ пайки в контейнере с введением внутрь контейнера углеводородосодержащих материалов и цинка. Для реализации предлагаемых технических решений на участок пайки требуется установка нового оборудования. Также в работе спроектирована специализированная оснастка для сборки рассматриваемого изделия. По этим позициям необходимо будет рассчитать капитальные затраты. Затраты должны быть компенсированы за счет увеличения производительности и качества. Причем, время в течение которого должны быть компенсированы капитальные затраты ограничено. В целом, по машиностроению нормативный срок окупаемости капитальных вложений принят 3 года.

Применяемый в настоящее время на предприятии вариант технологии сварки основан на дуговой сварке штучными электродами. Сварка по предлагаемому варианту в газовой смеси обладает следующими преимуществами. Производительность выше за счет того, что нет нужды прерывать цикл сварки для замены израсходованного электрода. Кроме того, при сварке электрический ток идет не по всей длине присадочного стержня а по т.н. вылету. Это позволяет значительно увеличить силу сварочного тока.

Экономические расчёты требуют таких сведений как величины коэффициентов различных принятых в промышленности, размер почасовой тарифной ставки, стоимость электрической энергии, и т.д. Все эти данные для применяемого технологического варианта и предлагаемого систематизируем в таблице 11.

Таблица 11 – Вводная информация для выполнения расчетов

Наименование показателя	Обозначение показателя в формуле	В чем измеряются финансовые показатели	Численные значения финансовых показателей	
			Применяемый вариант	Предлагаемый вариант
1	2	3	4	5
Коэффициент, позволяющий при расчетах определить заводские расходы	$K_{зав}$	-	1,15	1,15
Коэффициент, позволяющий при расчетах определить цеховые расходы	$K_{цех}$	-	1,5	1,5
Требуемый разряд рабочих	P_p	-	V	IV
Оплата рабочему за один час отработанного времени	$Cч$	Р/час	200	175
Режим сменности	$K_{см}$	-	1	1
Коэффициент, позволяющий рассчитать доплаты к основной заработной плате	$K_{доп}$	%	12	12
Коэффициент, позволяющий рассчитать отчисления на дополнительную заработную плату	K_d	-	1,88	1,88
Коэффициент, позволяющий рассчитать выполнение нормы	$K_{вн}$	-	1,1	1,1
Коэффициент, позволяющий рассчитать транспортно-заготовительные расходы	$K_{т-з}$	%	5	5
Цена приобретения применяемого и предлагаемого оборудования	$Цоб$	Руб.	150000	340000
Значения мощности применяемого и предлагаемого оборудования	$M_{уст}$	кВт	5	8
Коэффициент, позволяющий рассчитать отчисления на социальные потребности	$K_{сн}$	%	34	34
Коэффициент, позволяющий рассчитать амортизацию оборудования	$На$	%	21,5	21,5
Коэффициент, позволяющий рассчитать затраты на монтаж предлагаемого оборудования и демонтаж применяемого оборудования	$K_{мон}$ $K_{дем}$	%	3	5
Стоимость электрической энергии для промышленных предприятий	$Цэ-э$	Р/ кВт	3,02	3,02

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5
Значения коэффициента полезного действия предлагаемого оборудования и применяемого оборудования	КПД	-	0,7	0,85
Площадь занимаемая предлагаемым и применяемым оборудованием	S	м ²	11	11
Затраты на эксплуатацию производственных площадей для предприятия	С _{эсп}	(Р/м ²)/год	2000	2000
Принятые значения цены производственных площадей	Ц _{пл}	Р/м ²	30000	30000
Коэффициент, позволяющий рассчитать норму амортизации производственных площадей под предлагаемое оборудование и применяемое оборудование	На.пл.	%	5	5
Коэффициент, позволяющий рассчитать необходимость в дополнительной производственной площади	К _{пл}	-	3	3

4.2 Расчёт фонда времени работы оборудования

Общее время работы оборудования и рабочих составляет годовой фонд времени. Для предлагаемого варианта технологии и применяемого на предприятии данный экономический показатель одинаков.

Для определения данного экономического показателя понадобится общее количество рабочих дней в году $D_p = 277$ дней, продолжительность одной смены $T_{см} = 8$ часов, общее количество дней в преддверии праздников $D_{п} = 7$ дней, в эти дни продолжительность смены по принятому законодательству меньше на $T_{п} = 1$ час, режим работы предприятия односменный, следовательно количество смен $K_{см} = 1$. По приведенной зависимости выполняем расчетное определение годового фонда времени:

$$F_H = (D_p \cdot T_{см} - D_{п} \cdot T_{п}) \cdot K_{см} \cdot \quad (3)$$

Расчёты согласно (3) показывают значение 2209 часов:

$$F_H = (277 \cdot 8 - 7 \cdot 1) \cdot 1 = 2209 \text{ ч.}$$

Время работы оборудования необходимо уменьшить на величину обусловленную потерями рабочего времени, коэффициент $B = 7 \%$:

$$F_3 = F_H(1-B/100). \quad (4)$$

Расчёты согласно (4) показывают значение 2054 часа:

$$F_3 = 2209 \cdot (1 - 7/100) = 2054 \text{ ч.}$$

4.3 Расчёт штучного времени

Штучное время $t_{шт}$ можно найти сложив затраты времени машинного $t_{маш}$; вспомогательного $t_{всп}$; времени обслуживания оборудования $t_{обсл}$; времени на личный отдых $t_{отд}$ и подготовительно-заключительного времени $t_{п-з}$.

$$t_{шт} = t_{маш} + t_{всп} + t_{обсл} + t_{отд} + t_{п-з} \quad (5)$$

Для определения машинного времени расчетным способом понадобятся численные значения скорости сварки и суммарная протяженность сварного соединения. Скорость сварки для применяемого на предприятии технологического процесса составляет $V_{св} = 20-25$ см/мин, для предлагаемого $V_{св} = 50-55$ см/мин.

Протяженность сварных швов неизменна для применяемого и предлагаемого варианта и составляет $L = 2000$ миллиметров.

Для определения машинного времени воспользуемся зависимостью:

$$t_{маш} = \frac{\sum L}{V_{св}} \quad (6)$$

Машинное время, рассчитанное для применяемого и предлагаемого

варианта, составит:

$$t_{\text{машб}} = 200/20 = 10 \text{ мин} = 0,16 \text{ час}$$

$$t_{\text{машпр}} = 200/50 = 4 \text{ мин} = 0,06 \text{ час}$$

Штучное время, рассчитанное для применяемого на предприятии и предлагаемого варианта систематизируем в таблице 12:

Таблица 12 – Штучное время, мин.

Вариант	$t_{\text{маш}}$	$t_{\text{всп}}$ 15%	$t_{\text{обсл}}$ 10%	$t_{\text{отл}}$ 5%	$t_{\text{п-з}}$ 1%	$t_{\text{шт}}$
Применяемый:	10	1,5	1	0,5	0,01	13,01
Предлагаемый	4	0,6	0,4	0,2	0,004	5,2

Согласно заданию на выпускную квалификационную работу годовая программа составляет $\Pi_{\Gamma}=500$ изделий в год.

Для определения нужного количества технологического оборудования $n_{\text{расч}}$, нам необходимо знание коэффициента выполнения нормы, для применяемого и предлагаемого варианта технологии он одинаков, $K_{\text{вн}} = 1,03$, и эффективного фонда работы оборудования. Расчеты выполняются согласно формуле:

$$n_{\text{РАСЧ}} = \frac{t_{\text{шт}} \cdot \Pi_{\Gamma}}{F_{\text{Э}} \cdot K_{\text{ВН}}} \quad (7)$$

Определенное по формуле (7) нужное число оборудования составляет:

$$n_{\text{РАСЧ.б}} = \frac{0,21 \cdot 500}{2054 \cdot 1,1} = 0,04 \text{ед.}, \quad n_{\text{РАСЧ.пр}} = \frac{0,08 \cdot 500}{2054 \cdot 1,1} = 0,17 \text{ед.}$$

Согласно проведённым расчётам для предлагаемого варианта требуется одна единица оборудования и для применяемого варианта также требуется одна единица оборудования. Тогда для определения коэффициента загрузки

для предлагаемого варианта и применяемого нам потребуются расчеты по зависимости:

$$K_3 = n_{\text{расч}}/n_{\text{пр}}. \quad (8)$$

Полученные расчетным путем по формуле (8) коэффициенты загрузки K_3 для применяемого на предприятии варианта и предлагаемого варианта:

$$K_{3б} = 0,04/1 = 0,04; \quad K_{3п} = 0,017/1 = 0,017.$$

4.4 Определение заводской себестоимости применяемого и предлагаемого вариантов

Для выполнения сварных швов в применяемом варианте технологии необходимы штучные электроды. Предлагаемый вариант технологического процесса нуждается в сварочной проволоке и защитных газах.

Для определения расходов M на требуемые для выполнения сварных соединений штучные электроды выполним необходимые расчеты согласно формулы:

$$M = C_M \cdot N_p \cdot K_{Т-З} \quad (9)$$

где норма расходов N_p , цена штучных электродов C_M и коэффициента $K_{ТЗ}$ транспортно-заготовительных расходов.

Определенные согласно (9) для применяемого и предлагаемого варианта:

$$M_{\text{баз.}} = 11 \cdot 5 \cdot 1,05 = 63,5 \text{ руб.},$$

Для определения расходов M на требуемые для выполнения сварных соединений штучные электроды выполним необходимые расчеты согласно формулы:

$$M = \Pi_M \cdot H_p \cdot K_{Т-З} \quad (9)$$

где норма расходов H_p , цена штучных электродов Π_M и коэффициента $K_{ТЗ}$ транспортно-заготовительных расходов.

Определенные согласно (9) расходы на электроды для применяемого варианта:

$$M_{\text{баз.}} = 11 \cdot 5 \cdot 1,05 = 63,5 \text{ руб.},$$

Для выполнения сварных швов в предлагаемом варианте технологии необходима сварочная проволока и газовая смесь штучные электроды. Предлагаемый вариант технологического процесса нуждается в сварочной проволоке и защитных газах.

Определенные согласно (9) расходы на сварочную проволоку и газовую смесь для применяемого варианта:

$$M_{\text{баз.}} = 11 \cdot 5 \cdot 1,05 = 63,5 \text{ руб.},$$

Для определения основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$ работников, нам понадобятся численные значения штучного времени $t_{\text{шт}}$, часовой тарифной ставки $C_{\text{ч}}$ и значения коэффициента $K_{\text{д}}$ доплат. Размер основной заработной платы определяется по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot K_{\text{д}}. \quad (10)$$

Основная заработная плата рабочих для применяемого и предлагаемого вариантов технологии определенная согласно формулы (10) составляет:

$$Z_{\text{осн.баз.}} = 0,21 \cdot 200 \cdot 1,88 = 78,96 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{осн.проектн.}} = 0,08 \cdot 175 \cdot 1,88 = 26,23 \text{ руб.}$$

Для расчета дополнительной заработной платы $Z_{\text{доп}}$ воспользуемся значениями коэффициента $K_{\text{доп}}$ которые составляют 12 %:

$$Z_{доп} = \frac{K_{доп}}{100} \cdot Z_{осн}. \quad (11)$$

После выполнения расчетов согласно (11) по применяемому и предлагаемому вариантам дополнительная заработная плата составит:

$$Z_{доп.базов.} = 78,96 \cdot 12 / 100 = 9,47 \text{ руб.},$$

$$Z_{доп.проектн.} = 26,23 \cdot 12 / 100 = 3,15 \text{ руб.}$$

Определить размер фонда заработной платы $\Phi ЗП$ можно просуммировав основную заработную плату работников $Z_{осн}$ и дополнительную $Z_{доп}$ заработную плату работников:

$$\Phi ЗП_{базов.} = 78,96 + 9,47 = 88,43 \text{ руб.},$$

$$\Phi ЗП_{проектн.} = 26,23 + 3,15 = 29,38 \text{ руб.}$$

Для расчета отчислений $O_{сн}$ на социальные потребности, воспользуемся коэффициентом $K_{сн}$ и расчет проведем по следующей формуле:

$$O_{сн} = \Phi ЗП \cdot K_{сн} / 100. \quad (12)$$

Размер отчислений $O_{сн}$ на социальные потребности, по применяемому и предлагаемому вариантам определенным согласно (12) составит:

$$O_{сн.баз.} = 88,43 \cdot 34 / 100 = 30,06 \text{ руб.},$$

$$O_{сн.проектн.} = 29,38 \cdot 34 / 100 = 9,98 \text{ руб.}$$

Для определения суммарных затрат $Z_{об}$ на оборудование, которое используется для применяемого и предлагаемого вариантов, просуммируем расходы на амортизацию $A_{об}$ и на электрическую энергию $P_{э}$:

$$Z_{об} = A_{об} + P_{э}. \quad (13)$$

Для определения размера амортизации $A_{об}$ понадобится информация по цене оборудования $C_{об}$, по норме амортизации H_a , ранее рассчитанным

значениям машинного времени $t_{\text{маш}}$, и эффективного фонда времени F_3 по формуле:

$$A_{\text{об}} = \frac{Ц_{\text{об}} \cdot Na \cdot t_{\text{МАШ}}}{F_3 \cdot 100}. \quad (14)$$

После расчетов согласно (14) значения амортизации оборудования по применяемому и по предлагаемому вариантам технологии составят:

$$A_{\text{ОБ.БАЗ}} = \frac{150000 \cdot 0,16 \cdot 21,5}{2054 \cdot 100} = 2,61 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{ОБ.ПР}} = \frac{340000 \cdot 0,06 \cdot 21,5}{2054 \cdot 100} = 2,13 \text{ руб.}$$

Для определения размера затрат на электрическую энергию $P_{\text{э}}$ по применяемому и предлагаемому вариантам воспользуемся значениями мощности оборудования $M_{\text{уст}}$, стоимости электрической энергии для промышленных предприятий $Ц_{\text{э}}$ и рассчитанными ранее значениями машинного времени $t_{\text{маш}}$, также нам потребуется величина коэффициента полезного действия оборудования $KПД$. Расчет будем вести по формуле:

$$P_{\text{э-э}} = \frac{M_{\text{уст}} \cdot t_{\text{маш}} \cdot Ц_{\text{э-э}}}{KПД} \quad (15)$$

После расчетов согласно (15) значения расходов на электроэнергию по применяемому и по предлагаемому вариантам технологии составят:

$$P_{\text{ээ баз}} = 6,8 \cdot 0,16 \cdot 3,2 / 0,7 = 4,97 \text{ руб.},$$

$$P_{\text{ээ пр}} = 60 \cdot 0,06 \cdot 3,2 / 0,85 = 13,55 \text{ руб.}$$

Просуммировав согласно формуле (13) значения расходов на оборудование по применяемому и предлагаемому вариантам получим следующие значения:

$$З_{\text{об баз.}} = 2,61 + 4,97 = 7,58 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{об проектн.}} = 2,13 + 13,55 = 15,68 \text{ руб.}$$

Для определения размера технологической себестоимости необходимо просуммировать все определенные ранее в разделе 4.4 затраты.

$$C_{\text{ТЕХ}} = M + \PhiЗП + O_{\text{СН}} + З_{\text{ОБ}} \quad (16)$$

Определенная согласно формуле (16) технологическая себестоимость для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии составит:

$$C_{\text{ТЕХБаз}} = 63,5 + 88,43 + 30,06 + 7,58 = 189,57 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ТЕХПроектн}} = 63,5 + 29,38 + 9,98 + 15,68 = 118,54 \text{ руб.},$$

Для определения размера цеховой себестоимости $C_{\text{Цех}}$ необходимо к вычисленному значению технологической себестоимости $C_{\text{ТЕХ}}$, приплюсовать произведение основной заработной платы $З_{\text{ОСН}}$ на значение коэффициента $K_{\text{Цех}}$ цеховых расходов:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + З_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЦЕХ}} \quad (17)$$

Определенная согласно формуле (17) цеховая себестоимость для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии составит:

$$C_{\text{ЦЕХБаз}} = 189,57 + 1,5 \cdot 78,96 = 189,57 + 118,44 = 308,01 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЦЕХПроектн}} = 118,54 + 1,5 \cdot 26,23 = 118,54 + 39,34 = 157,88 \text{ руб.}$$

Для определения размера цеховой себестоимости $C_{\text{Зав}}$ необходимо к вычисленному значению технологической себестоимости $C_{\text{Цех}}$, приплюсовать произведение основной заработной платы $З_{\text{ОСН}}$ на значение коэффициента $K_{\text{Зав}}$ заводских расходов:

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + З_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЗАВ}}. \quad (18)$$

Определенная согласно формуле (18) заводская себестоимость для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии составит:

$$C_{ЗАВБаз.} = 308,01 + 1,15 \cdot 78,96 = 308,01 + 90,80 = 398,81 \text{ руб.},$$

$$C_{ЗАВПроектн.} = 157,88 + 1,15 \cdot 26,23 = 157,88 + 30,16 = 188,04 \text{ руб.}$$

Выполненные в разделе 4.4 работы расчеты экономических показателей для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии систематизированы в таблице 13.

Таблица 13 – Результаты расчетов показателей себестоимости предлагаемого и применяемого вариантов

Наименование экономического показателя	Услов. обозн.	Калькуляция, руб	
		Применяемый	Предлагаемый
1. Расходы на вспомогательные материалы	<i>М</i>	63,5	63,5
2. Расходы на заработную плату	<i>ФЗП</i>	88,43	29,38
3. Отчисления на соц. нужды	<i>ОСН</i>	30,06	9,98
4. Затраты на оборудование	<i>Зоб</i>	7,58	15,68
5. Технологическая себестоимость	<i>Стех</i>	189,57	118,54
6. Цеховые расходы	<i>Рцех</i>	118,44	39,34
7. Цеховая себестоимость	<i>Сцех</i>	308,01	157,88
8. Заводские расходы	<i>Рзав</i>	90,80	30,16
9. Заводская себестоимость	<i>Сзав</i>	398,81	188,04

4.5 Определение капитальных затрат

Для определения капитальных затрат применительно к используемому в настоящее время технологическому процессу, $K_{\text{общ. б.}}$ необходимо знать остаточную стоимость оборудования $Ц_{\text{об. б.}}$, и рассчитанный согласно (6) коэффициент загрузки оборудования $K_{з. б.}$:

$$K_{\text{ОБЩБ}} = C_{\text{ОББ}} \cdot K_{\text{ЗБ}} \quad (19)$$

При определении остаточной стоимости оборудования $C_{\text{об.б.}}$ используемого для реализации применяемых технологических решений нам понадобится информация по рыночной стоимости оборудования $C_{\text{перв}}$, сроку службы оборудования $T_{\text{сл}}$ и нормы амортизации $H_{\text{а}}$ оборудования:

$$C_{\text{ОББАЗ}} = C_{\text{ПЕРВ}} - (C_{\text{ПЕРВ}} \cdot T_{\text{СЛ}} \cdot H_{\text{А}} / 100) \quad (20)$$

Расчет выполненный по формуле (20) показывает, что остаточная стоимость составит 85500 рублей:

$$C_{\text{ОБ.Баз.}} = 150000 - (150000 \cdot 2 \cdot 21,5 / 100) = 85500 \text{ руб.},$$

Тогда расчет выполненный по формуле (19) показывает, что с учетом коэффициента загрузки величина $K_{\text{общ. б.}}$ составит 27350 рублей.

$$K_{\text{ОБЩБаз.}} = 1 \cdot 85500 \cdot 0,55 = 27360 \text{ руб.}$$

Для того, чтобы найти капитальные затраты по разработанному в бакалаврской работе варианту $K_{\text{общ. пр.}}$ необходима информация о вложениях в оборудование $K_{\text{об. пр.}}$, вложениях в производственные площади, необходимые для установки оборудования $K_{\text{пл. пр.}}$, и о сопутствующих вложениях $K_{\text{соп.}}$: для расчета применим следующую формулу:

$$K_{\text{общ. пр.}} = K_{\text{об. пр.}} + K_{\text{пл. пр.}} + K_{\text{соп.}} \quad (21)$$

При расчетном определении капитальных вложений $K_{\text{общ. пр.}}$ в оборудование для выполнения операций по разработанному в бакалаврской работе варианту технологии необходима информация о цене оборудования $C_{\text{об. пр.}}$, коэффициенту транспортно-заготовительных расходов $K_{\text{тз}}$ и коэффициенту загрузки оборудования $K_{\text{зп}}$ по проектному варианту:

$$K_{\text{ОБ.ПР}} = Ц_{\text{об.пр}} \cdot K_{\text{ТЗ}} \cdot K_{\text{ЗП}} \quad (22)$$

Расчет выполненный по формуле (22) показывает, что величина капитальных вложений по предлагаемому варианту технологии 96380 рублей:

$$K_{\text{ОБ.ПР}} = 340000 \cdot 1,05 \cdot 0,27 = 96390 \text{ руб.}$$

Чтобы рассчитать сопутствующие капитальные вложения $K_{\text{соп}}$. Необходимо учесть расходы на демонтаж $K_{\text{дем}}$ оборудования для ручной дуговой сварки и расходов на монтаж оборудования для механизированной сварки в смеси газов $K_{\text{монт}}$ расчеты выполняются по формуле:

$$K_{\text{соп}} = K_{\text{дем}} + K_{\text{монт}}. \quad (23)$$

При определении расходов на демонтаж оборудования для ручной дуговой сварки $K_{\text{дем}}$ и монтаж оборудования для механизированной сварки в среде газов $K_{\text{монт}}$ необходима ранее определенная стоимость оборудования по применяемому варианту $Ц_{\text{б}}$ и значения рыночной стоимости оборудования $Ц_{\text{пр}}$ по предлагаемому варианту технологии. Также понадобится информация по значениям коэффициентам на монтаж и демонтаж оборудования $K_{\text{д}}$ и $K_{\text{м}}$, расчеты выполняются по формулам:

$$K_{\text{дем}} = Ц_{\text{об.б}} \cdot K_{\text{д}} \quad (24)$$

$$K_{\text{монт}} = Ц_{\text{об.пр}} \cdot K_{\text{м}} \quad (25)$$

Расчет выполненный по формулам (23), (24) и (25) соответствующих значений:

$$K_{\text{дем}} = 1 \cdot 150000 \cdot 0,05 = 7500 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{монт}} = 340000 \cdot 0,05 = 17000 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{соп}} = 7500 + 17000 = 24500 \text{ руб.}$$

Расчет выполненный по формуле (21) соответствующих значений:

$$K_{\text{общ.пр}} = 96390 + 24500 = 120890 \text{ руб.}$$

Для определения величины дополнительных капитальных вложений $K_{\text{доп}}$ нам потребуется информация по дополнительным капитальным затратам $K_{\text{общ.пр.}}$ и $K_{\text{общ.б.}}$ для применяемого на предприятии и разработанного в бакалаврской работе вариантов, расчеты выполняются по формуле:

$$K_{\text{доп}} = K_{\text{общпр}} - K_{\text{общб}}: \quad (26)$$

Расчет выполненный по формуле (26) показывает, что величина дополнительных капитальных вложений составляет 93530 рублей:

$$K_{\text{доп}} = 120890 - 27360 = 93530 \text{ руб.}$$

Для определения величины удельных капитальных вложений $K_{\text{уд}}$ воспользуемся формулой:

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{P_{\Gamma}}, \quad (27)$$

где P_{Γ} – годовая программа выпуска изделий согласно заданию на бакалаврскую работу.

Расчет выполненный по формуле (27) показывает размеры удельных капитальных вложений для предлагаемого $K_{\text{удПроектн}}$ и применяемого $K_{\text{удБаз}}$ вариантов технологии:

$$K_{\text{удБаз.}} = 27360/500 = 54,7 \text{ руб./ед.};$$

$$K_{\text{удПроектн.}} = 93530/500 = 187,0 \text{ руб./ед.}$$

4.6 Показатели экономической эффективности

Для определения величины снижения трудоёмкости $\Delta t_{шт}$ при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штБ} - t_{штПР}}{t_{штБ}} \cdot 100\% . \quad (28)$$

где $t_{штБ}$ – штучное время для применяемого на предприятии варианта технологии, основанного на дуговой сварке штучными электродами, $t_{штПР}$ – предлагаемый в бакалаврской работе для сварки рассматриваемого изделия вариант механизированной сварки в смеси газов.

Расчет выполненный по формуле (28) показывает, что величина снижения трудоемкости составляет 126%:

$$\Delta t_{шт} = \frac{13,01 - 5,2}{13,01} \cdot 100\% = 126\%$$

Для определения величины повышения производительности труда Π_T при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\Pi_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} . \quad (29)$$

Расчет выполненный по формуле (29) показывает, что величина повышения производительности труда составляет 150%:

$$\Delta \Pi_T = \frac{100 \cdot 126}{100 - 126} = 150\%$$

Для определения величины снижения технологической себестоимости $\Delta C_{ТЕХ}$ при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХБ}} - C_{\text{ТЕХПР}}}{C_{\text{ТЕХБ}}} \cdot 100\% \quad (30)$$

Расчет выполненный по формуле (30) показывает, что величина снижения технологической себестоимости для варианта механизированной сварки в среде защитных газов составляет 70%::

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{189,57 - 55,04}{189,57} \cdot 100\% = 70\%$$

Для определения величины условно-годовой экономии $\text{Пр}_{\text{ож}}$ при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = \text{Э}_{\text{у.г.}} = \left(C_{\text{зав}}^{\text{б}} - C_{\text{зав}}^{\text{пр}} \right) \cdot \Pi_{\Gamma} \cdot \quad (31)$$

Расчет выполненный по формуле (31) показывает, что величина ожидаемой прибыли для варианта механизированной сварки в среде защитных газов составляет 105385 рублей:

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = \text{Э}_{\text{у.г.}} = (398,81 - 188,04) \cdot 500 = 105385 \text{ руб.}$$

Для определения срока окупаемости $T_{\text{ок}}$ дополнительных капитальных вложений воспользуемся формулой:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\text{Э}_{\text{уГ}}} \cdot \quad (32)$$

Расчет выполненный по формуле (32) показывает, что дополнительные капитальные вложения окупятся в течение примерно 1 года:

$$T_{\text{ок}} = \frac{93530}{105385} \approx 1,0 \text{ год}$$

Для определения годового экономического эффекта Э_{Γ} , при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой::

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{уг} - E_H \cdot K_{доп} \quad (33)$$

Расчет выполненный по формуле (33) показывает, что величина годового экономического эффекта с учетом компенсации капитальных затрат, определенных в разделе 4.4, составит 73860 рублей.:

$$\mathcal{E}_Г = 105385 - 0,33 \cdot 93530 = 73860 \text{ руб.}$$

Применяемая на предприятии технологии сборки и сварки рассматриваемого изделия основана на дуговой сварке штучными электродами. Механизированная сварка по предлагаемому варианту в газовой смеси обладает преимуществами, согласно результатов расчетов обеспечивающих повышение производительности, что было поставлено в качестве цели бакалаврской работы.

Расчеты показали, что внедрение разработанных в бакалаврской работе технических решений позволит снизить величину трудоемкости на 70 %, и, свою очередь увеличить производительность труда на 150 %. Также к положительным сторонам предлагаемых технических решений следует отнести снижение размера технологической себестоимости на 70%.

Размер условно-годовой экономии при внедрении в производство предлагаемых технических решений составит 105385 рублей.

Если предлагаемые технические решения внедрить в производство для изготовления рассматриваемого изделия будет получен экономический эффект, с учетом компенсации капитальных затрат, определенных в разделе 4.4, составит 73860 рублей. Определенные в разделе 4.4 капитальные затраты, необходимые для внедрения предлагаемых технических решений, окупятся в течение 1 года, что меньше, чем нормативный срок окупаемости.

Выполненные в разделе 4 расчеты свидетельствуют о том, что предлагаемый вариант технологического процесса сварки изделия эффективен.

Заключение

В процессе выполнения работы проанализированы возможные способы пайки твердосплавной пластины на державку из среднеуглеродистой стали. Подобран припой и способ пайки пластин. Поскольку высокая производительность здесь не требуется то такие способы как пайка погружением в силу имеющихся недостатков отклонены. Обеспечить высокую производительность и низкие напряжения, обусловленные большой разностью КТР стали и твердого сплава при нагреве газовым пламенем для такого большого изделия проблематично, данный способ также не подходит. Пайка электросопротивлением не дает равномерного прогрева и учитывая большие размеры пластин, которые надо паять, не даст хорошей производительности и низких остаточных напряжений. Оставляем печную пайку.

По припою решено использовать недорогие латуни, температура пайки ими невысока, и они обеспечивают заданную прочность. Но при печном нагреве цинк из латуни испаряется, так как упругость его паров высока, а нагрев в печи идет медленно. Поэтому предложено паять в контейнере с введением туда паров цинка.

Разработан опытный технологический процесс пайки и для реализации его предложено оборудование. Ожидаемый экономический эффект составит 8900 рублей.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Алешин, Н.П., Лысак В.И., Лукьянов В.Ф. Современные способы сварки: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011. 59 с.
2. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. М.: Машиностроение. 2006. 368 с.
3. Афромеев А.А. Технология сборки и сварки полипропиленовых труб / А.А. Афромеев // Бакалаврская работа. Тольятти, ТГУ. – 2015. – 58 с. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/11599>.
4. Берлине, Ю.И., Балашов Ю.А. Технология химического и нефтяного аппаратостроения. М.: Машиностроение, 1976. 256 с.
5. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением: учебное пособие. Томск: Издательство ТПУ, 2008. 96 с.
6. Виноградов В.С. Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении. М.: Машиностроение. 1981. 224с.
7. Горина, Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учеб. пособие. Л. Н. Горина. Гриф УМО. Тольятти : ТолПИ. 2000. 79 с.
8. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций. М.: Изд. «Зеркало», 1995. 288 с.
9. Гринин А. С., Орехов Н.А. Экологический менеджмент : учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 206 с.
10. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. М.: МЧС России, 1995. 230 с.
11. Егоров А.Г., Уполовникова Г.Н., Живоглядова И.А. Правила оформления выпускных квалификационных работ для бакалавриата и специалитета: учебно-методич. пособие по выполнению дипломного проекта. Тольятти.: ТГУ, 2011. 87 с.

12. Иванов В.П. Технология и оборудование для восстановления деталей машин. Минск: Техноперспектива. 2007. 458 с.
13. Климов А.С. Выпускная квалификационная работа бакалавра: Учебно-метод. пособие по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению подготовки 150 700.62 «Машиностроение». Тольятти: ТГУ, 2014. 52с.
14. Ключко Н.А. Основы технологии пайки и термообработки твердосплавного инструмента. - М.: Металлургия, 1981. - 200 с.
15. Козулин, М.Г. Технология изготовления сварных конструкций. Учеб-метод. пособие к курсовому проектированию. - Тольятти: ТГУ 2008. 77 с.
16. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1972. - 480 с.
17. Колганов, Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. 512 с.
18. Косинцев, В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
19. Краснопевцева И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания. Тольятти: ТГУ. 2008. 38 с.
20. Кудинова Г. Э. Организация производства и менеджмент: метод. указания к выполнению курсовой работы. Тольятти: ТГУ. 2005. 35 с.
21. Лашко Н.Ф., Лашко С.В. Пайка металлов. - М.: Машиностроение, 1977. - 328 с.
22. Лашко С.В., Лашко Н.Ф. Пайка металлов. - М.: Машиностроение, 1988. - 376 с.
23. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и

специалиста, программам магистратуры: учебно-методическое пособие. Тольятти: ТГУ, 2020. 39 с.

24. Патон Б.Е., Россошинский А.А. Некоторые вопросы дальнейшего развития технологии пайки // Современные методы пайки. - Киев: ИЭС им. Е.О.Патона, 1982. - С. 3-12.

25. Россошинский А.А. Прогрессивные методы в пайке // Прогрессивные методы в пайке. Киев: ИЭС им. Е.О.Патона, 1986. - С. 5-9.

26. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ. - 2-е изд. перераб. М.: Высш. школа, 1986. 208 с.

27. Сварка и резка в промышленном строительстве. Под ред. Малышева Б.Д. - М.: Стройиздат. 1977. 780с.

28. Справочник по пайке / Под ред. И.Е.Петрунина. - М.: Машиностроение, 1984. - 400 с.

29. Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: Учебник. М.: ИНФРА М. 2001. 672 с.

30. Цыганова Е.С. Технология и оборудование для ремонта трубного пучка теплообменника [Электронный ресурс] // Бакалаврская работа. Тольятти, ТГУ. – 2020. – 64 с. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13202> (дата обращения 24.05.2021).

31. Ahlblom B. Oxygen and its Role in Determining Weld Metal Microstructure and Toughness. A State of the Art Review. Reprinted in ASM Handbook. // ASM International. International Institute of Welding. 1984. Vol. 6. Doc. №. IX-1322.

32. Cresswell R. A. Gases and gas mixtures in MIG and TIG welding // Welding and Metal Fabrication. – 1972. – 40, № 4. – P. 114–119.

33. Dilthy U., Reisgen U., Stenke V. et al. Schutgase zum MAGM – Hochleistungsschweißen // Schweissen und Schneiden. – 1995. – 47, № 2. – S. 118–123.

34. Dixon K. Shielding gas selection for GMAW of steels // Welding and Metal Fabrication. – 1999. – № 5. – P. 8–13.

35. Evans G. Microstructure and Properties of Ferritic Steel Welds Containing Ti and B. // Welding Journal.72 (8). 1996. P. 251-260.

36. Shiliang W., Weiping H., Bogang T. Improving the Toughness of Weld Metal by Adding Rare Earth Elements. // Welding International 3. 1986. P. 284-287.

37. Tsuboi J., Terashima H. Review of strength and toughness of Ti and Ti-B microalloyed deposits (en) Welding in the world. // Le Soudage dans le monde. 1983. Vol 21. Num. 11/12. ref : 33. P. 304-317.